



## Struktur Makroinvertebrata Bentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air di Kawasan Wisata Coban Talun, Kota Batu - Jawa Timur

Apria Ningsih<sup>1\*)</sup>, Husain Latuconsina<sup>2\*\*)</sup>, Hasan Zayadi<sup>3</sup>  
<sup>1234</sup> Jurusan Biologi FMIPA Universitas Islam Malang, Indonesia

### ABSTRAK

Makroinvertebrata bentos merupakan hewan yang memiliki kepekaan terhadap perubahan lingkungan, sehingga dapat dijadikan sebagai bioindikator untuk menentukan kualitas suatu perairan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menginventarisasi makroinvertebrata bentos dan mengetahui status perairan di Kawasan Wisata Coban Talun, Kota Batu-Jawa Timur. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2019 hingga Januari 2020. Pengambilan sampel penelitian menggunakan metode *Purposive sampling*. Makroinvertebrata dikumpulkan dari tiga lokasi (stasiun satu dengan karakteristik daerah wisata dan penambangan pasir, stasiun dua daerah konversi bendungan dan aktivitas wisata, stasiun daerah wisata dan aktivitas merumput) dengan menggunakan *Surber net* dan *hand net*. Kualitas perairan berdasarkan struktur komunitas makroinvertebrata bentos dianalisis menggunakan indeks keanekaragaman, Family Biotic Index (FBI) dan *Biological Monitoring Working Party-Average Score Per Taxon* (BMWP-ASPT). Hasil penelitian mendapatkan 9 taksa dari ketiga stasiun yaitu Coleoptera, Diptera, Ephemeroptera, Mollusca, Odonata Plecoptera, Thricoptera, Tricadida dan Rhyanchobdellida. Indeks keanekaragaman dari ketiga stasiun memiliki nilai 2.4 – 2.58, yang menunjukkan keanekaragaman sedang dengan status perairan mengalami pencemaran ringan. Kualitas air dari semua stasiun menunjukkan cukup hingga cukup tercemar (berdasarkan FBI) dan kualitas perairan tercemar ringan (berdasarkan BMPW-ASPT). Berdasarkan profil struktur komunitas makroinvertebrata bentos kualitas perairan pada kawasan wisata Coban Talun, memiliki kualitas tercemar ringan hingga sedang. Sehingga diperlukan pengelolaan daerah aliran sungai secara berkelanjutan untuk menjaga kualitas perairan.

**Kata kunci:** Makroinvertebrata bentos, Kualitas perairan, Coban talun, Batu- Jawa Timur

### ABSTRACT

*Macroinvertebrates bentos are animals that have sensitivity to environmental changes, they can be used as a bioindicator to determine the waters quality. The purpose of this study was to inventory macroinvertebrates and to determine the status of the waters in the Coban Talun Tourism Area, Batu- City East Java. This research was down from October 2019 to January 2020. The Sampling was performed through purposive sampling method. Macroinvertebrates are collected from three locations (station one with the characteristics of tourism and sand mining areas, two stations for the conversion of dams and tourist activities, tourist area stations and grazing activities) using Surber net and hand net. Macroinvertebrates bentos data was used to analyze diversity index, Family biotic index (FBI) and Biological Monitoring Working Party-Average Score Per Taxon (BMWP-ASPT). The result showed there were 9 benthic macroinvertebrate orders found which included Coleoptera, Diptera, Ephemeroptera, Mollusca, Odonata Plecoptera, Thricoptera, Tricadida and Rhyanchobdellida. Diversity index from the three stations has a value of 2.4 - 2.58, which indicates moderate diversity with water status low pollution. Water quality from all stations is fair to fairly poor (based on the FBI) and water quality is quite polluted (based BMWP-ASPT). Based on the of structure community makroinvertebrata bentos warter quality in the Coaban Talun torism is quite polluted to moderate. There are need environmental management to sustainability maintain water quality.*

**Keywords:** Macroinvertebrates bentos, water quality, Coban talun. Batu East-Java.

\*) Apria Ningsih, Biologi FMIPA Universitas Islam Malang, Jl. MT. Haryono 193, Malang Tlp 082331822526  
e-mail [aprianingsih299@gmail.com](mailto:aprianingsih299@gmail.com)

\*\*) Husain Latuconsina, S.Pi, M.Si, Biologi FMIPA Universitas Islam Malang, Jl. MT. Haryono 193, Malang  
Tlp 081234217595 e-mail [husain.latuconsina@unisma.ac.id](mailto:husain.latuconsina@unisma.ac.id)

doi: 10.33474/e-jbst.v7i1.359

Diterima tanggal 10 Agustus 2020– Diterbitkan Tanggal 31 Agustus 2021

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



## Pendahuluan

Sungai Brantas merupakan sungai terpanjang kedua di Pulau Jawa setelah sungai Bengawan Solo. Aliran air sungai ini dimanfaatkan untuk kebutuhan mandi, cuci, air minum, pertanian serta aktivitas wisata oleh masyarakat lokal [21]. Aktivitas manusia dapat menyebabkan empat kategori polutan pada perairan yaitu patogen, toksin, deoksigenator dan pengayaan nutrient [10]. Peningkatan aktivitas wisata dan aktivitas penduduk dapat mempengaruhi kualitas suatu perairan. Rendahnya kualitas perairan dapat disebabkan oleh masuknya zat polutan ke badan perairan, yang berasal dari aktivitas domestik, industri, pertanian maupun aktivitas wisata [6]. Penurunan kualitas perairan dapat mengakibatkan air tidak dapat berfungsi sebagaimana peruntukannya [7]. Untuk mengetahui kualitas perairan diperlukan pemantauan. Pemantauan kualitas di suatu perairan dapat digunakan untuk pengendalian, pengelolaan dan pelestarian sumber daya air. Pemantauan kualitas perairan dapat dilakukan dengan beberapa indikator yaitu parameter fisika, kimia dan biologi. Pemantauan kualitas perairan berdasarkan parameter biologi dapat dilakukan dengan menggunakan makroinvertebrata bentos. Makroinvertebrata bentos merupakan bioindikator yang akurat untuk memantau kualitas perairan dibandingkan parameter kimia dan mikrobiologi [6]. Struktur komunitas makroinvertebrata bentos, kelimpahan, dan distribusi merupakan tipe untuk penilaian kualitas perairan [9,20]. Makroinvertebrata bentos digunakan dalam pemantauan kualitas air berdasarkan indeks biotik. Indeks biotik yang digunakan dapat meliputi BMWP, ASPT, HBI, FBI dan EPT [8,27,28]. *Biological Monitoring Working Party* (BMWP) merupakan indeks yang dikembangkan pada tahun 1976 yang direkomendasikan untuk menilai kualitas perairan [16,26].

Berdasarkan keanekaragaman dan indeks biotik makroinvertebrata bentos digunakan untuk mengetahui kualitas perairan di suatu kawasan [17]. Pemantauan kualitas air dengan makroinvertebrata bentos juga dapat menggambarkan aktivitas penduduk dan aktivitas wisatawan yang mempengaruhi kualitas perairan di kawasan wisata [23,27]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan di kawasan Sungai Biru I dan II Desa Tulungrejo Kecamatan Bumiaji Kota Batu tergolong sangat baik hingga buruk, hal ini diduga karena adanya alih fungsi lahan, aktivitas warga meliputi aktivitas pertanian, hortikultura yang diperkirakan memberikan dampak terhadap kualitas perairan [1,22]. Dari data pemantauan kualitas air yang diperoleh dapat digunakan sebagai indikator dalam pengelolaan wisata. Berdasarkan permasalahan tersebut penelitian ini bertujuan untuk menginventarisasi makroinvertebrata bentos di kawasan wisata Coban Talun Kota Batu Jawa Timur dan mengetahui status perairan di kawasan wisata Coban Talun Kota Batu Jawa Timur. Sehingga dapat menjadi informasi penting untuk rekomendasi pengelolaan Daerah Air Sungai secara lebih baik untuk keberlanjutan pemanfaatannya.

## Material dan Metode

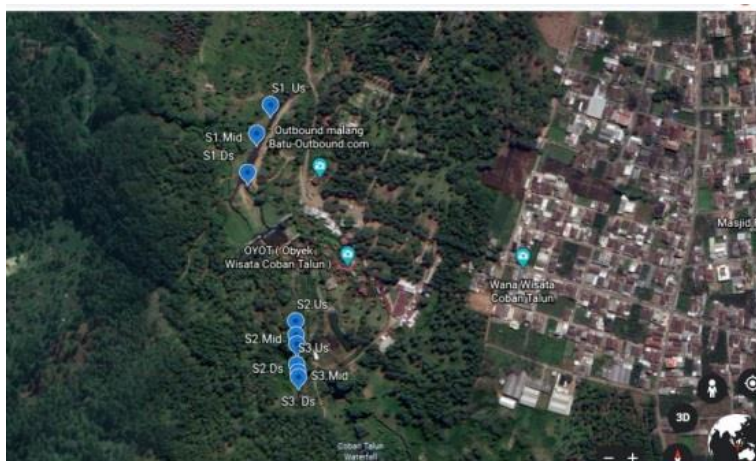
### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alkohol 70%, spesimen makroinvertebrata bentos, Buku Identifikasi *manual integrated water quality appendix 6: Taxonomical key for biological water quality determination* [30].

Alat digunakan sebagai berikut: *Surber net* dan *hand net* untuk mengambil spesimen makroinvertebrata bentos, GPS (*Global positioning system*) , alat penyaring, plastik klip, botol *flacoon*, baki plastik, kuas kecil, pipet plastic.

### Metode

Penentuan profile struktur komunitas makroinvertebrata bentos dilakukan dengan menganalisis Indeks Nilai Penting (INP), Indeks Keanekaragaman *Shannon Winer* ( $H'$ ) *Family Biotic Index* (FBI) dan *Biological Monitoring Working Party-Average Score Per Taxon* (BMWP-ASPT) .Pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan metode *purposive sampling* berdasarkan topografi kondisi lingkungan serta aktivitas pemanfaatan sungai di sekitar Coban Talun. Terdapat tiga stasiun penelitian yaitu stasiun satu merupakan area wisata serta aktivitas pertambangan dan pencucian hasil panen, stasiun dua merupakan area wisata dan peralihan sungai menjadi bendungan dan stasiun tiga merupakan area wisata dan aktivitas merumput. Pengambilan sampel dilakukan dengan tiga kali ulangan pada setiap stasiun.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian (Google Maps, 2019)

### Cara Kerja

Prosedur pengambilan sampel makroinvertebrata bentos yaitu pada masing-masing stasiun dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali dengan menggunakan tiga plot yang berbeda



(Gambar 1). Sampel makroinvertebrata bentos diambil menggunakan *Suber net* pada aliran sungai dan *hand net* pada daerah riparian hingga diperoleh 100 individu/stasiun. Makroinvertebrata bentos yang telah diambil di Identifikasi menggunakan mikroskop.

### Analisi Data

Analisis data makroinvertebrata bentos untuk penentuan kualitas perairan meliputi indeks keanekaragaman *Shannon Winner* ( $H'$ ) dan Indeks biotik yang terdiri dari *Family Biotic Index* (FBI) dan *Biological Monitoring Working Party-Average Score Per Taxon* (BMWP-ASPT).

Analisis indeks keanekaragaman *Shannon Winner* ( $H'$ ) menggunakan rumus sebagai berikut:

$$H = - \sum_{i=1}^S (p_i)(\log_2 P_i)$$

#### Keterangan :

$H'$  = Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

$P_i$  = Perbandingan jumlah individu jenis tertentu dengan jumlah individu keseluruhan ( $n/N$ )

Analisis *Family Biotic Index* (FBI) menggunakan rumus sebagai berikut:

$$FBI = \frac{\sum X_i t_i}{n}$$

#### Keterangan :

$x_i$  = jumlah individu dalam takson

$t_i$  = nilai toleransi suatu takson

$n$  = jumlah total organisme dalam sampel (100)

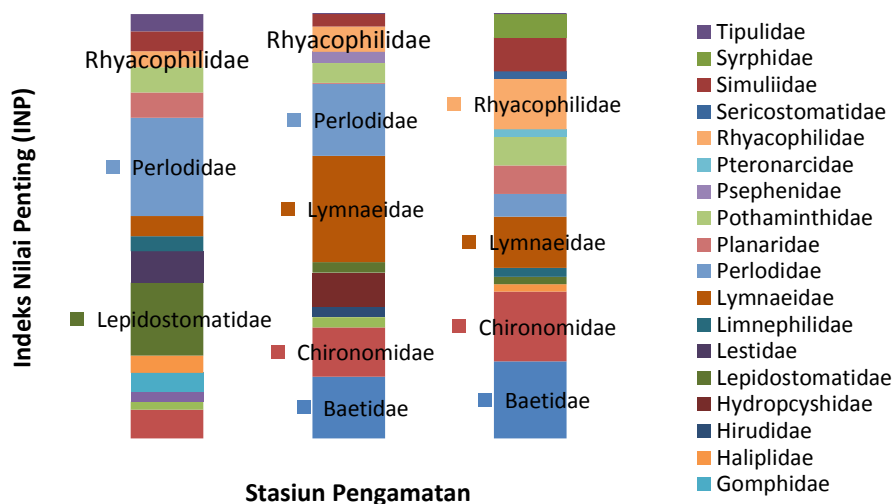
Analisis *Biological Monitoring Working Party-Average Score Per Taxon* (BMWP-ASPT) sebagai berikut:

*Average Score Per Taxon* (ASPT) dihitung dengan membagi *Biological Monitoring Working Party* (BMWP) dengan jumlah keluarga yang terwakili dalam sample [12]

## Hasil dan Diskusi

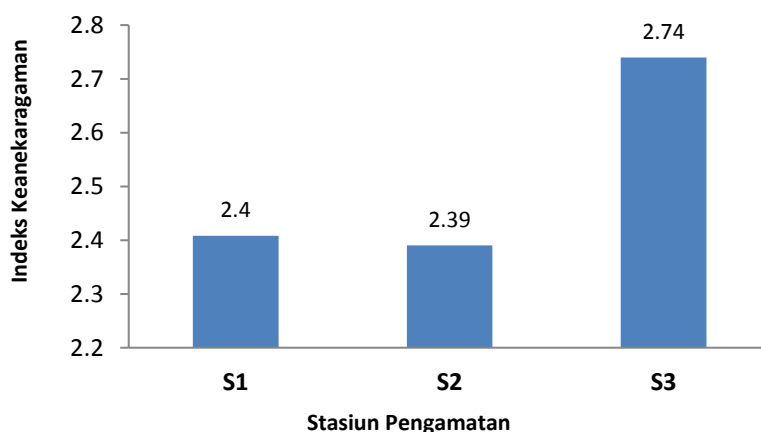
### Makroinvertebrata bentos

Komunitas makroinvertebrata bentos yang ditemukan pada ketiga stasiun pengambilan sampel terdapat 22 famili dari 9 ordo yang terdiri dari *oleoptera* (3 Famili) , *Diptera* (4 Famili), *Ephemeroptera* (3 Famili), *Mollusca* (1 Famili), *Odonata* (2 Famili), *Plecoptera* (2 Famili) dan *Thricoptera* (5 Famili), *Tricadida* (1 Famili) dan *Rhyanchobdellida* (1 Famili) .



Gambar 2. Variasi spasial Indeks Nilai Penting (INP) Makroinvertebrata Bentos yang ditemukan pada masing-masing stasiun.

Famili yang mendominasi perairan di Kawasan Wisata Coban Talun meliputi Perlodidae, Lepidostomatidae, Lymnaeidae, Chironomidae, Baetidae dan Rhyacophilidae. Stasiun satu didominasi oleh famili Perlodidae dan Lepidostomatidae. Famili perlodiade merupakan famili yang sensitif terhadap pencemaran, famili ini umumnya hidup pada perairan yang miskin unsur hara tetapi kaya akan kadar oksigen [25]. Famili Lepidostomatidae merupakan hewan yang hidup pada perairan dengan kualitas baik [15]. Stasiun dua didominasi oleh famili Lymnaeidae, Chironomidae dan Baetidae dan stasiun tiga didominasi oleh Chironomidae, Baetidae dan Rhyacophilidae. Famili Baetidae merupakan famili yang hidup pada kondisi dengan tingkat pencemaran organik rendah [2]. Famili Lymnaeidae dan Chironomidae merupakan famili yang mencerminkan terjadinya pencemaran pada perairan, hal ini dikarenakan kedua famili memiliki toleransi terhadap pencemaran [4].



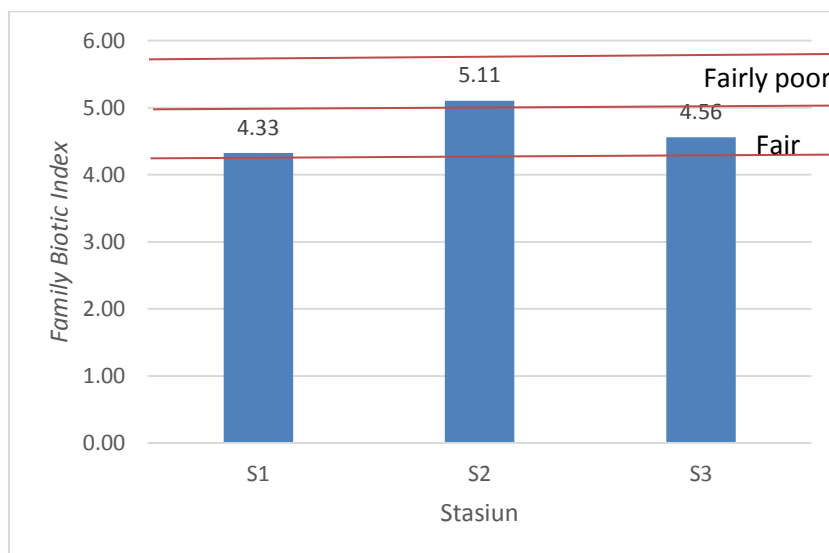


Gambar 3. Variasi spasial Keanekaragaman Makroinvertebrata Bentos ( $H'$ ) pada masing – masing stasiun.

Keterangan : Tercemar berat ( $< 1,0$ ), Tercemar Sedang ( $1,0-2,0$ ), Tercemar ringan ( $2,0-3,0$ ), Tercemar sangat ringan ( $>3,0$ ).

Profil kualitas dan struktur komunitas makroinvertebrata bentos juga dapat diketahui berdasarkan  $H'$ , FBI dan BMPW-ASPT. Berdasarkan indeks keanekaragaman masing-masing stasiun memiliki nilai antara 2.39 hingga 2.74. Hal ini berarti  $H' < 3$  yang menandakan keanekaragaman pada kawasan ini tergolong sedang. Sedangkan kualitas perairan berdasarkan nilai  $H'$  menunjukkan terjadinya pencemaran ringan [12]. Tingkat pencemaran yang terjadi pada kawasan ini disebabkan adanya aktivitas pertambangan pasir, pencucian hasil panen dan aktivitas wisata [23]. Menurut [14] penggunaan lahan pertanian, urbanisasi, industrialisasi, konstruksi, irigasi dampaknya akan menyebabkan perubahan struktur alami sungai.

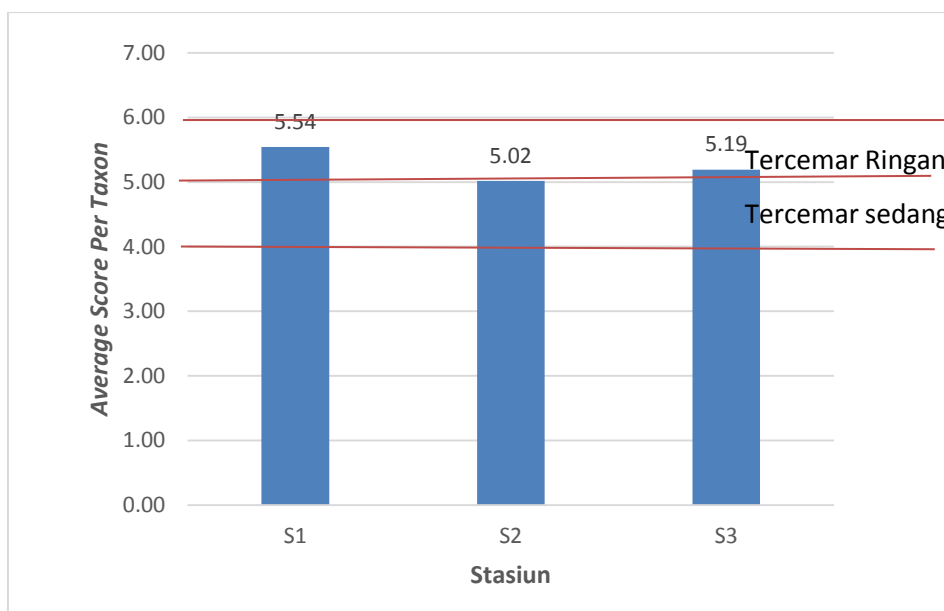
Tingkat pencemaran dapat diketahui melalui analisis indeks biotik, yang dihitung berdasarkan kelimpahan dan komposisi makroinvertebrata bentos pada tingkat famili yang disebut *Family Biotic Index*. Hasil perhitungan nilai FBI dapat diketahui dari Gambar 4. Berdasarkan gambar diketahui bahwa perairan di Kawasan Wisata Coban Talun memiliki dua kategori pencemaran yaitu cukup (*Fair*), dan tercemar bahan organik ringan (*Fairly poor*). Keberagaman nilai pada analisis menggunakan *Family Biotic Index* (FBI) dapat dikarenakan adanya keberagaman jenis Famili yang ada, pada masing-masing stasiun dengan tingkat toleransi terhadap pencemaran yang berbeda [9,11,12].



Gambar 4. Variasi Spasial Nilai *Family Biotic Index* (FBI) makroinvertebrata bentos yang ditemukan di setiap stasiun.

Keterangan: *fair* (5,01-5,75) = tercemar bahan organik pada tingkat sedang, *fairly poor* (5,76-6,50) = tercemar bahan organik tinggi

Berdasarkan analisis BMWP-ASPT dengan rentang nilai 5.19- 5.54 dikategorikan menjadi dua kualitas perairan di Kawasan Wisata Coban Talun yaitu pencemaran ringan (Gambar 5). Kategori pencemaran ringan apabila memiliki nilai 5-6, hal ini ditandai dengan adanya makroinvertebrata yang memiliki nilai toleransi terhadap pencemaran berdasarkan nilai BMWP antara 0-3, antara lain famili Chironomidae dan Lymnaeidae. Tahap perkembangan dari *Lymnaea stagnalis* (Mollusca) merupakan bioindikator yang sensitive untuk mendeteksi tingkat pencemaran yang rendah pada perairan. [13]. Pencemaran yang terjadi disebabkan tingginya aktivitas manusia pada badan perairan sungai, seperti kegiatan wisata *offroad*, aktivitas pertambangan pasir untuk bahan material bangunan, serta aktivitas agrikultural yang menggunakan pupuk organik maupun petisida [18,19]. Penelitian yang dilakukan di daerah wisata sungai Parafi, Manokwari, Papua mengalami penurunan kualitas perairan akibat aktivitas antropogenik dan wisata [23]. Kendaraan *offroad* dapat menyebabkan gangguan pada lingkungan darat secara menyeluruh serta dapat mempengaruhi tanah, air, udara, tumbuhan, binatang dan makhluk hidup lainnya [24].



Gambar 5. Variasi spasial *Average Score Per Taxon* (ASPT) makroinvertebrata bentos dikawasan wisata Coban Talun

Keterangan : Air bersih (>6), Tercemar ringan (5-6), Tercemar sedang (4-5), Tercemar berat (<4).

Berdasarkan profil komunitas makroinvertebrata bentos yang terdiri dari Indeks Nilai Penting, Indeks Keanekaragaman, FBI dan BMWP-ASPT dapat disimpulkan bahwa terdapat pencemaran ringan pada perairan di Kawasan Wisata Coban Talun, Kota Batu Jawa Timur. Sehingga diperlukan pengelolaan daerah aliran sungai secara berkelanjutan untuk menjaga kualitas perairan.



## Kesimpulan

Kualitas Fisiko-kimia air di Kawasan Wisata Coban Talun, berdasarkan PP RI No 21 tahun 2001 tergolong dalam kelas kedua untuk pertanaan, perikanan, irigrasi dan wisata. Berdasarkan Fisiko-kimia (suhu, pH dan turbiditas) serta struktur komunitas makroinvertebrata bentos yang meliputi indeks keanekaragaman (H'). Indek Nilai Penting (INP) dan Family Biotic Index (FBI), perairan dikawasan Wisata Coban Talun tergolong tercemar ringan. Sehingga diperlukan pengelolaan daerah aliran sungai secara berkelanjutan untuk menjaga kualitas perairan.

## Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan seluruh tim penelitian Hibah Institusi Unisma (Hi-ma) yang telah membantu dan mendukung penelitian baik di Lapang maupun di Laboratorium Ekologi, Jurusan Biologi Universitas Islam Malang.

## Daftar Pustaka

- [1]Adiwasono, G., & Gufron, I. (2015). Bioassesment menggunakan Makroinvertebrata Bentos Di Sungai Biru I Desa Tulungrejo Kota Batu, Jawa Timur. *Thesis*. Malang: Universitas Brawijaya.
- [2]Alhejoj, I., Salameh, E., & Bandel, K. (2014). Mayflies (Order Ephemeroptera): An Effective Indicator of Water Bodies Conditions in Jordan. *International Journal of Scientific Research in Environmental Sciences*, 2(10), 361-370.
- [3]Astrini, A. D., Yusuf, M., & Santoso, A. (2014). Kondisi Perairan Terhadap Struktur Komunitas Makroinvertebrata bentos Di Muara Sungai Karang Anyar dan Tapak, Kecamatan Tugu, Semarang. *Journal Marine Research*, 3(1), 27-36.
- [4]Badawy, R. M., El Hoseny, I., & Talal, M. (n.d.). Biodiversity and Seasonal Fluctuation of Aquatic and Semiaquatic nsects in Rashid Stream, Kafr El Zayat (Gharbyia governorate) Egypt Acad. *Journal Biology Sci*, 6(1), 47-66.
- [5]Belal, A. A. (2019). Macro-benthic invertebrates as a bioindicator for water and sendiment quality in Suez Bay, Red Sea. *Egyptian Journal Of Aquatic Research*, 45, 123-130.
- [6]Chazanah, N., Sudjono, P., Hasby, F. A., Suantika, G., & Muntalif, B. S. (2017). Development of Bioassessment Tools for Ecological Status Using Macrozoobenthic Community in Upstream Area (Case Study: Citarum River, West Java, Indonesia). *Journal of Water Resource and Protection*, 9, 770-785.
- [7]Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yongyakarta: Kanisius.





- [8] Gonçalves, F. B., & Menezes, M. S. (2006). A comparative analysis of biotic indices that use macroinvertebrates to assess water quality in a coastal river of Paraná state, southern Brazil. *Biota Neotropica*, 11(4).
- [9] Kenney, I. A., Sutton-Grier, A. E., Smith, R. F., & Gresens, S. E. (2009). Benthic macroinvertebrates as indicators of water quality: The intersection of science and policy. *Terrestrial Arthropod Reviews*, 2, 99-128.
- [10] Latuconsina, H. (2018). *Ekologi Perairan Tropis : Prinsip Dasar Pengelolaan Sumber Daya Hayati Perairan*. Yogyakarta: University Gajahmada Press.
- [11] Leatemia, S. P., Lefaan, P. T., Peday, H. F., Sembel, L., & Manangkalangi, E. (2017). Makroavertebrata Bentos sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Nimbai Manokwari, Papua Barat. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 22(1), 25-33.
- [12] Mandaville, S. M. (2002). *Benthic Macroinvertebrates in Freshwaters-Taxa Tolerance Values, Metrics, and Protocols*. New York: Soil & Water Conservation Society of Metro Halifax.
- [13] Mazur, R., Shubiao, W., Szoszkiewicz, K., Belda, D., & Norwak, A. (2016). A Lymnaea stagnalis Embryo Test For Toxicity Bioindication of Acidification and Ammonia Pollution in Water. *Journal MDPI*, 8(295).
- [14] Meybeck, M. (2003). Global analysis of river systems: from Earth system controls to Anthropocene syndromes. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 1-21.
- [15] Miriantika, L., & Retyaningdyah, C. (2014). Perubahan Struktur Komunitas Makroinvertebrata Bentos Akibat Aktivitas Manusia di Saluran Mata Air Sumber Awan Kecamatan Singosari Kabupaten Malang. *Journal Biotropika*, 2(5).
- [16] Murugesan, A. G. (2000). Environmental status of the perennial river Tamirabarani with special reference to domestic and industrial pollution. *In Proceedings of Workshop on enhancing the public awareness on the ecological and environmental status of the river basins*, (pp. 15-20).
- [17] Nangin, S. R., Langoy, M. L., & Katili, D. Y. (2015). Makrozoobentos Sebagai Indikator Biologis Makrozoobentos Menentukan Kualitas Air Sungai Suhuyon Sulawesi Utara. *JURNAL MIPA UNSRAT ONLINE*, 4(2), 165-168.
- [18] Nicacio, G., & Juen, L. (2015). Chironomids as Indicator in freshwater ecosystems :an assessment of the literature. *Insect Conservation and Diversity*, 8, 393-403.
- [19] Nuamah, L. A., Huang, J., & Dankwa, H. R. (2018). Biological Water Quality Assessment of Shallow Urban Streams Based on Abundance and Diversity of Benthic Macroinvertebrate Communities: The Case of Nima Creek in Ghana. *Environment and Ecology Research*, 6(2), 93-101.
- [20] Odiet, W. O. (1999). Environmental physiology of animals and pollution. *Disersified Resources*, 220-246.



- [21]Pratiwi, L. R., Prihanta, W., & Susetyarini, E. (2015). Inventarisasi Keanekaragaman Makrozoobentos di Daerah Aliran Sungai Brantas Kecamatan Ngoro Mojokerto Sebagai Sumber Belajar Biologi SMA Kelas X. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi 201*. Malang: FKIP Universitas Muhammadiyah Malang.
- [22]Purwaka, P. F. (2015). Bioassesment Sungai Biru Menggunakan Makroinvertebrata di Desa Tulungrejo Kecamatan Bumiaji Kota Batu. *Thesis*. Malang: Universitas Brawijaya.
- [23]Sinuraya, S., Arisoesilaningsih, E., & Retnaningdyah, C. (2018). Use of Macrozoobenthic for Water Quality Monitoring in Ecotourism Area of Prafi River, Manokwari, West Papua. *Journal of Indonesia Tourism and Development Studies*, 6(2), 103-112.
- [24]Slaughter, C. W., Racine, C. H., & Walker, D. A. (1990). Use of Off-road vehicles and mitigation of effects in Alaska permafrost environment: A review. *Journal Enviromental Management*, 14, 63-72.
- [25]Toole, C. O., I, D., S, M. J., & K, I. (2008). Nutrient optima and tolerances of benthic invertebrates, theeffects of taxonomic resolution and testing of selected metrics in lakes using an extensive European data base. *Aqua Ecol*, 1(2), 277-291.
- [26]Uherek, C. B., & Gouveia, P. B. (2014). Biological monitoring using macroinvertebrates as bioindicators of water quality of maroaga stream in the Maroaga Cave System, Presidente Figueiredo, Amazon, Brazil. *International Journal of Ecology*.
- [27]Wimbaningrum, R., Indriyani, S., Retnaningdyah, C., & Arisoesilaningsih, E. (2016). Monitoring Water Quality Using Biotic Indices of Benthic Macroinvertebrates along Surfaces Water Ecosystems in Some Tourism Areas in East Java, Indonesia. *Journal of Indonesian Tourism and Development Studies*, 4(2).
- [28]Yorulmaz, B., Sukatar, A., & Barlas, M. (2013). Comparative Analysis Of Biotic Indices For Evaluation Of Water Quality Of Esen River In South-West Anatolia, Turkey. *International Symposium on Ecology and Environmental Problems*, (pp. 18-21). Turkey
- [29]Zward, D. D., & Trivedi, R. C. (1995). *Manual On Integrated Water Quality Evaluation Apendix 6 : Taxonimical Key For Biological Water Quality Determination*. Netherland: RIVM.